

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/31681
H01F 27/28		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Juni 1999 (24.06.99)

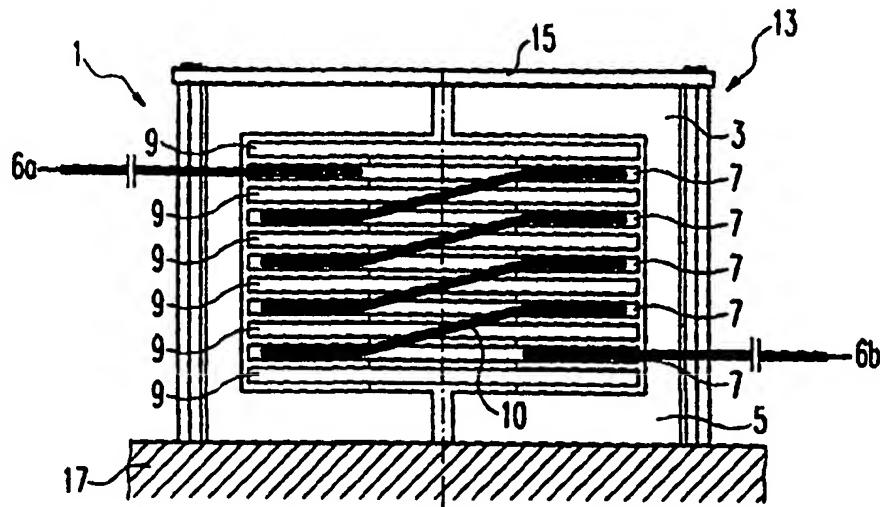
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03623	(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 1998 (09.12.98)	
(30) Prioritätsdaten: 197 56 188.8 17. Dezember 1997 (17.12.97) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> : TRW NELSON BOLZENSCHWEISS-TECHNIK GMBH & CO. KG [DE/DE]; Flurstrasse 7-19, D-58285 Gevelsberg (DE).	
(72) Erfinder; und	
(75) Erfinder/Anmelder <i>nur für US</i> : SPREMO, Danilo [DE/DE]; Hüttselser Weg 5, D-57572 Niederfischbach (DE). PER-SCHKE, Martin [DE/DE]; Ringstrasse 80, D-44575 Castrop-Rauxel (DE).	
(74) Anwalt: EDER & SCHIESCHKE; Elisabethstrasse 34/II, D-80796 München (DE).	

(54) Title: POWER TRANSFORMER FOR A SWITCHED MODE POWER SUPPLY, ESPECIALLY FOR STUD WELDING DEVICES

(54) Bezeichnung: LEISTUNGSÜBERTRÄGER FÜR EIN LEISTUNGSSCHALTNETZTEIL, INSbesondere FÜR BOLZEN-SCHWEISSGERÄTE

(57) Abstract

The invention relates to a power transformer for a switched mode power supply, especially for a stud welding device, comprising a core which is closed in a ring shape and a primary and secondary winding which are arranged on said core. The primary winding consists of at least one primary stack (7) and the secondary winding consists of at least one secondary stack (9). The primary stacks (7) have at least one primary segment and the secondary stacks have at least one secondary segment, said segments being configured as spiral-shaped electrical conductors in one plane. The primary and secondary stacks (7, 9) are arranged in alternate, parallel layers on top of each other.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Leistungsübertrager für ein Leistungsschaltnetzteil, insbesondere für ein Bolzenschweissgerät, mit einem ringförmig geschlossenen Kern und einer darauf angeordneten Primär- und Sekundärwicklung, wobei die Primärwicklung aus mindestens einem Primärpaket (7) und die Sekundärwicklung aus mindestens einem Sekundärpaket (9) bestehen, wobei die Primärpakete (7) mindestens eine Primärlamelle und die Sekundärpakete mindestens eine Sekundärlamelle aufweisen, welche als spiralförmig in einer Ebene ausgebildete elektrische Leiter ausgebildet sind, wobei die Primär- und Sekundärpakete (7, 9) abwechselnd aufeinander in zueinander parallelen Ebenen geschichtet sind.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**L istungsübertrager für ein Leistungsschaltnetzteil, insb -  
sonder für Bolz nschw ißgerät**

5 Die Erfindung betrifft einen Leistungsübertrager für ein Leistungsschaltnetzteil, insbesondere für Bolzenschweißgeräte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Leistungsschaltnetzteil mit einem Leistungsübertrager.

10 Bekannte derartige Leistungsübertrager für Leistungsschalt-  
netzteile, wie sie beispielsweise in der Bolzenschweißtechnik verwendet werden, müssen eine Ausgangsleistung von mehreren kW, beispielsweise bis zu 50 kW, abgeben können. Durch diese hohe Leistung bedingt sind bekannte Leistungsübertrager schwer und in ihren Abmessungen groß ausgebildet. Da die Leistungs-  
15 übertrager üblicherweise die Abmessungen sowie das Gewicht von Schaltnetzteilen zum Großteil bestimmen, sind derartige Schaltnetzteile nachteiligerweise wegen ihrer baulichen Größe und ihres Gewichts unhandlich. Weiterhin weisen derartige Leistungsübertrager wegen ihrer Baugröße im Betrieb relativ  
20 hohe Verlustleistungen im Kern (Hystereseverluste) sowie in den Wicklungen (ohmsche Verluste) auf und sind wegen ihrer notwendigen Baugröße kostenaufwendig in der Herstellung.

25 Weiterhin muss die gesamte Bauelemente-Peripherie eines Schaltnetzteils mit einem bekannten Leistungsübertrager wegen der relativ hohen Verluste des Leistungsübertragers für sehr hohe Leistungen ausgelegt werden. Die Konstruktion eines derartigen Schaltnetzteils ist deshalb kostenintensiv und bauaufwendig.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Leistungsübertrager zu schaffen, der im Betrieb geringere Verluste aufweist, dessen Bauform leichter und kleiner ist und dessen Herstellung auf einfache und kostengünstige Weise

möglich ist, sowie ein Leistungsschaltnetzteil mit einem derartigen Leistungsübertrager.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Vorderansicht eines Leistungsübertragers mit in reihegeschalteten Primärpaketen;

Fig. 2 eine Rückansicht eines Leistungsübertrager nach Fig. 1 mit parallegeschalteten Sekundärpaketpaaren;

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Leistungsübertrager nach Fig. 1.

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Primärpakets;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Sekundärpaketes;

30 Fig. 6a-6e eine perspektivische Ansicht der Einzelheiten und des Aufbaus des Sekundärpaketes nach Fig. 5;

Fig. 6f-6h eine perspektivische Ansicht der Einzelheiten und des Aufbaus des Primärpakets nach Fig. 4;

Fig. 7 eine Seitenansicht einer Hälfte eines in dem Leistungsübertrager nach Fig. 1 verwendeten Ferritkerns;

5 Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Hälfte des Ferritkerns nach Fig. 7;

10 Fig. 9 ein schematisches Schaltbild eines Leistungsschaltnetzteils mit einem Leistungsübertrager nach Fig. 1;

Fig. 10 eine Detailschaltbilddarstellung eines Wechselrichters nach Fig. 5;

15 Fig. 11 eine Detailschaltbilddarstellung des Leistungsübertragers nach Fig. 5 mit einem sich daran anschließenden Ausgangsgleichrichter und

20 Fig. 12a-12c eine Diagrammdarstellung unterschiedlicher Belastungsfälle des Wechselrichters nach Fig. 10.

25 Der in Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellte Leistungsübertrager 1 weist einen aus einer oberen Hälfte 3 und einer hierzu spiegelsymmetrisch ausgebildeten unteren Hälfte 5 aufgebauten Ferritkern auf, die in Fig. 7 und 8 als Einzelteil dargestellt sind. Dieser Ferritkern umgibt ringförmig im Inneren abwechselnd horizontal aufeinander gelagerte Primär- und Sekundärpakete 7, 9. Die in parallelen horizontalen Ebenen liegenden Pakete werden senkrecht mittig von einem in Fig. 1 nur als gestrichelt dargestellten Joch 11 des Ferritkerns durchdrungen. Wie aus Fig. 7 und Fig. 8 ersichtlich, besteht eine Ferritkernhälfte 3, 5 aus einem quaderförmigen Joch 11 im Zentrum, aus dem sich beidseitig entlang der Achse der Quader-

30

35

grundseite einander gegenüberliegende L-förmige Schenkel 12a, 12b erstrecken. Im Grundriss verbreitern sich diese Schenkel 12a, 12b eines Abschnitts eines gleichschenkligen Dreiecks bis zu ihren Außenseiten 14a, 14b, die in einer Ebene parallel zu den Achsen A, B liegen und sich rechtwinklig nach oben bis zur Quaderhöhe U-förmig erstrecken. Bei einem bündigen Aufeinandersetzen der unteren und der oberen Hälften 3, 5, so dass sich beide U-förmigen Hälften zu einem Ring schließen, umschließt der Ferritkern auf diese Weise die Pakete 7, 9 ringförmig, wobei das Joch 11 des Ferritkerns die Pakete 7, 9 senkrecht durchdringt.

Der in Fig. 1 dargestellte schräge Mittelbereich 10 soll nur schematisch andeuten, dass beispielsweise jeweils zwei über- 15 einanderliegende Primärpakete 7 miteinander elektrisch verbunden sein können. Selbstverständlich ist es auch denkbar, in gleicher Weise Sekundärpakete miteinander zu verbinden.

In der bevorzugten Ausführungsform sind alle Primärpakete 7 in 20 Reihe verbunden, so dass sich vorteilhafterweise eine Gesamt- wicklung mit einem Anfang 6a und einem Ende 6b und einer gro- ßen Anzahl von Windungen ergibt.

Die Sekundärpakete 9 können dagegen in jeweils übereinander 25 liegenden Paaren miteinander parallel verbunden sein, so dass sich beispielsweise drei parallelgeschaltete Paare ergeben. Hierdurch kann der sekundärseitig benötigte hohe Strom im Übertrager 1 gedrittelt werden, so dass sich auch vorteilhaft- 30 erweise der für einen hohen Strom benötigte Leiterquerschnitt in einem Sekundärpaket 9 entsprechend verringern lässt.

Um eine möglichst große Anzahl von Sekundärpaketen 9 im Übertrager 1 unterzubringen, kann als untere und obere Lage ein 35 Sekundärpaket 9 vorgesehen sein. Dies hat weiterhin den Vor- teil einer besseren Isolationsfestigkeit, da in diesem Fall

kein Primärpaket direkt flächig mit seiner Ober- oder Unterseite an der Innenfläche des Ferritkerns anliegt.

5 Die beiden Ferritkernhälften 3, 5 werden durch eine Spannvorrichtung 13, die üblicherweise aus einer oberen und unteren rechteckigen Platte 15, 17 besteht, welche in den Ecken über Schrauben 16 miteinander verbunden sind, gespannt gehalten. Die Platten 15, 17 ragen hierzu in Längsrichtung beidseitig über die Abmessungen der Ferritkernhälften 3, 5 hinaus, wobei 10 mindestens eine der Platten 15, 17 auch als Kühlkörper oder Spannfeder ausgebildet sein kann.

15 Die in Fig. 4 und Fig. 5 als Einzelheit dargestellten Primär- und Sekundärpakete 7, 9 weisen die gleiche Rechteckringform auf, wobei bei beiden Paketen 7, 9 an einer Seite hervorragende Anschlussfahnen 19, 21 ausgebildet sind. Die Anschlussfahnen 19 des Primärpakets 7 liegen in den beiden Ecken einer Seite, und die Anschlussfahnen 21 des Sekundärpakets 9 liegen zusätzlich zu den beiden Ecken auch in der Mitte einer Seite.

20 Wie aus Fig. 6a bis 6h ersichtlich, entsteht diese Rechteckringform mit den aus dem Rechteck herausragenden Anschlussfahnen 19, 21 aus einer Übereinanderschichtung mehrerer rechteckig spiralförmig ausgebildeter Lamellen nach Fig. 6a bis 25 Fig. 6d und Fig. 6f, Fig. 6g.

30 Die Sekundärlamelle nach Fig. 6a beginnt von oben gesehen mit einem als Anschlussfahne 21 dienenden verbreiterten Anfangsbereich 21a an einer Ecke und führt als Bahn gleichbleibender Dicke von beispielsweise 0,2 bis 0,4 mm und gleichbleibender Breite von beispielsweise 6 bis 15 mm, jeweils rechtwinklig abbiegend in Form einer Rechtsspirale nach innen. Das Ende 20a der Spirale befindet sich beispielsweise auf derselben Seite wie der Anfangsbereich 21a und reicht bis über die Seitenmitte 35 hinaus. Die Ecke zwischen Anfangs- und Endbereich 21a, 20a der

5 Spirale kann abgeschrägt sein, so dass hierdurch eine Abweichung gegenüber einer idealen Rechteckspirale entsteht. Auf diese Weise kann auch der Raum zwischen Anfangs- und Endbereich 21a, 20a optimal ausgenutzt werden, so dass eine optimale kleine Bauform möglich ist.

10 Die Sekundärlamelle nach Fig. 6b beginnt dagegen von oben gesehen mit einem als Anschlussfahne 19 dienenden, rechtwinklig zu einer Seite herausragenden Anfangsbereich 21b in der Mitte einer Seite und führt als Bahn gleichbleibender Dicke und Breite jeweils rechtwinklig abbiegend in Form einer Linksspirale mit beispielsweise zwei Windungen nach innen. Das Ende 20b der Spirale befindet sich beispielsweise auf derselben Seite wie der Anfangsbereich 21b und reicht bis zur Seitenmitte. Die Ecke zwischen Anfangs- und Endbereich 21b, 20b der Spirale kann abgeschrägt sein, so dass hierdurch eine Abweichung gegenüber einer idealen Rechteckspirale entsteht. Auf diese Weise kann auch der Raum zwischen Anfangs- und Endbereich 21b, 20b optimal ausgenutzt werden, so dass eine optimale kleine Bauform möglich ist.

15 Bei einem beispielsweise bündigen Aufeinanderlegen der beiden Lamellen nach Fig. 6a und Fig. 6b, so dass die Anfangs- und Endbereiche 21a, 21b, 20a, 20b auf der gleichen Seite liegen, überlappen sich die Endbereiche 20a und 20b, welche beispielsweise durch Löten oder Schweißen elektrisch verbunden werden (gestrichelt dargestellte Linie zwischen Fig. 6a und Fig. 6b).

20 Die Lamellen nach Fig. 6c und Fig. 6d entsprechen im Prinzip den Lamellen nach Fig. 6a und Fig. 6b, sind allerdings um ihre Längsachse L1 gedreht. Bei einem bündigen Aufeinanderlegen der beiden Lamellen nach Fig. 6c und Fig. 6d überlappen sich die Endbereiche 20c und 20d, welche beispielsweise durch Löten oder Schweißen elektrisch verbunden werden. (gestrichelt dargestellte Linie zwischen Fig. 6c und Fig. 6d). Bei einem Auf-

einanderlegen aller vier Lamellen überlappen sich so die Endbereiche 20a und 20b der Lamell n nach Fig. 6a und Fig. 6b, die Anfangsbereiche 21b und 21c der Lamellen nach Fig. 6b und Fig. 6c sowie die Endbereiche 20c und 20d der Lamellen nach Fig. 6c und Fig. 6d. Die überlappenden Anfangs- bzw. Endbereiche können jeweils beispielsweise durch Löten, Schweißen oder Stanzen elektrisch verbunden werden, so dass sich eine durchgehend verbundene Wicklung eines Sekundärpaketes 9 mit einem Anfangs- 21a, einem Mittel- 21cd und einem Endabgriff 21d ergibt.

In entsprechender Weise wie die sekundärseiteige Lamelle nach Fig. 6d ist die primärseiteige Lamelle nach Fig. 6f ausgebildet, die von oben gesehen in einer Linksspirale nach innen führt. Allerdings ist die Bahn gegenüber den Sekundärlamellen von geringerer Dicke bzw. Breite, da der Stromfluss im Ausführungsbeispiel auf der Primärseite kleiner ist und demzufolge der Leiterquerschnitt geringer ausgebildet werden kann. Primärseitig werden aber nur zwei gleichförmig ausgebildete, ebenfalls zueinander entlang ihrer Längsachse L2 verdrehte Lamellen nach Fig. 6f und Fig. 6g, beispielsweise bündig, aufeinandergelegt. Die sich überlappenden Endbereiche 20f und 20g können jeweils beispielsweise durch Löten oder Schweißen elektrisch verbunden werden (gestrichelt dargestellte Linie zwischen Fig. 6f und Fig. 6g).

Da im Ausführungsbeispiel die Spannung herunter- und der Strom hinauftransformiert werden sollen, weisen die Primärlamellen im Vergleich zu den Sekundärlamellen zwar einen geringeren Leiterquerschnitt, aber mehr Windungen auf.

Auf diese Weise entsteht primärseitig, wie in Fig. 6h dargestellt, das Primärpaket 7 und sekundärseitig, wie in Fig. 6e dargestellt, das Sekundärpaket 9.

Selbstverständlich können je nach Anwendung und Bedarf die Anzahl der aufeinander gelagerten und durchverbundenen Lamellen und der Leiterquerschnitt primär- wie sekundärseitig variiert werden.

5

Diese Lamellen können aus einem Material mit hoher Leitfähigkeit, beispielsweise Kupfer, bestehen und wenigstens sekundärseitig aus einem mindestens  $200\mu$ , vorzugsweise  $250\mu$  dicken Blech beispielsweise gestanzt, gelasert, geätzt, erudiert, mit einem Wasserstrahl geschnitten, etc. werden.

10

Wie in Fig. 2 ersichtlich, kann die Parallelschaltung eines Sekundärpaketpaars durch eine Verbindung der jeweiligen Anfangsbereiche 21a und durch Verbinden der jeweiligen Anfangsbereiche 21d erfolgen. Weiterhin können alle Anfangsbereiche 21bc der Sekundärpakete miteinander zu einem einzigen Mittelabgriff verbunden werden. Die Verbindung erfolgt, wie in Fig. 2 dargestellt, beispielsweise durch eine übliche, aus einer Schraube, einer Metallabstands- bzw. Kontakthülse und einer Mutter bestehende Klemme, wobei die Hülse zwischen zwei Anschlussfahnen liegt und die Ösen der Anschlussfahnen sowie die Hülse von einer Seite von der Schraube durchdrungen und mittels der von der anderen Seite konternden Mutter zusammengepresst werden.

15

Durch eine derartige parallele Verschaltung der Sekundärpakete kann ein sekundärseitig wirksamer Gesamtleiterquerschnitt von  $25-50 \text{ mm}^2$ , vorzugsweise  $40-50 \text{ mm}^2$ , erreicht werden.

20

Da sowohl Lamellen als auch Pakete 7, 9 in Lagen aufeinander geschichtet werden, sind sowohl Lamellen als auch Pakete, um Kurzschlüsse zu vermeiden, mit einer Isolierung umgeben. Diese Isolierung kann an die auftretenden Gewindespannungen bzw. an die evtl. durch den Energiefluss auftretende Wärme angepasst werden. Vorteilhafterweise kann so die Lamellenisolierung als

25

dünne Isolierschicht, beispielsweise mittels Lack, Einschweißen in dünn Kunststofffolie, Gewebefaser, etc. ausgebildet sein, da dort die Gewindespannung geringer ist als an einem Paket. Die Isolierung der Pakete muss dagegen stärker sein, da hier höhere Spannungen auftreten. Die Pakete sind deshalb beispielsweise in Kunststoff eingespritzt, in dickere Kunststofffolien oder Gewebefasern eingeschweißt oder gelagert, etc. Ein besonderer Vorteil an einem Aufbau der Windungen aus Primär- und Sekundärlamellen und Paketen liegt in der guten Reproduzierbarkeit bei der Herstellung (Fassen, Spritzen) derartiger Windungen.

Wie in Fig. 3 dargestellt, sind die Primär- und Sekundärpakete 7, 9 so abwechselnd aufeinandergeschichtet, dass die primärseitigen Anschlussfahnen 19 auf einer Seite und die sekundärseitigen Anschlussfahnen 21 auf der gegenüberliegenden offenen Seite des Übertragers 1 liegen und aus dem ringförmigen Gehäuse seitlich hervorragen.

In Fig. 9 ist schematisch die Schaltung eines Leistungsschalt-  
netzteils mit einem derartigen Leistungsübertrager 1 darge-  
stellt.

An diesen Leistungsübertrager 1 schließt sich ausgangsseitig ein Ausgangsgleichrichter 30 an, der baulich direkt, beispielsweise an den sekundärseitigen Anschlussfahnen 21 bzw. deren vorgenannter Parallelschaltung, oder möglichst nah an dem Leistungsübertrager 1 angebracht sein kann. Auf diesem Wege können Leitungsverluste möglichst gering gehalten werden.

Eingangsseitig wird der Leistungsübertrager 1 von einem Wechselrichter 33 mit einem hochfrequenten Wechselstrom bzw. einer hochfrequenten Wechselspannung gespeist. Die Frequenz beträgt hierbei bis zu 100 kHz oder höher. Selbstverständlich muss der

Ferritkern des Leistungsübertragers 1 so ausgelegt sein, dass er auch diese hohe Frequenz übertragen kann. Dies wird beispielsweise durch die Verwendung von Spezialferrit gewährleistet.

5

Sekundärseitig werden die beispielsweise drei Paketpaare 9 gemäß Fig. 11 an den Wicklungsenden bzw. Eckfahnen 21', 21'' jeweils an einer Anode einer Leistungsgleichrichterdiode 35 angeschlossen, deren Kathoden miteinander verbunden sind (1. Pol). Mit den ebenfalls miteinander verbundenen Mittelabgriffen 21''' der Paketpaare 9 (2. Pol) ist auf diese Weise ein dreifacher Gleichrichter mit Mittelpunktgleichrichtung realisiert der zugleich eine Doppelgleichrichtung und eine Teilung des Stromdurchflusses gewährleistet.

15

Eingangsseitig werden in dem Schaltnetzteil die drei Phasen L1, L2, L3 eines Drehstroms in drei voneinander unabhängigen Eingangsgleichrichtern 37', 37'', 37''' gleichgerichtet. Um eine stabile Spannung zu gewährleisten, kann jeder Eingangsgleichrichter zusätzlich eine Spannungsstabilisierungsschaltung aufweisen, beispielsweise in Form einer in anderen Schaltnetzteilen, aber nicht in derartigen Leistungsschaltnetzteilen bekannten Leistungsfaktorkorrektur 39', 39'', 39''' (PFC). Über diese PFC ist es möglich selbst bei unterschiedlichen Stromnetzen (z.B. USA) nach der Eingangsgleichrichtung eine stabile einheitliche Spannung zu erhalten. Weiterhin können über eine derartige PFC, die vorteilhafterweise ebenso wie der Eingangsgleichrichter jeweils nur mit einem Drittel der benötigten Eingangsleistung belastet wird, auch Netzrückwirkungen, Oberwellen, etc. vermindert oder gänzlich vermieden werden und darüber hinaus auch die Eigenschaften hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) verbessert werden.

Die nach der Eingangsgleichrichtung parallel zueinander geschaltete Spannung liegt nach der Glättung mittels eines Kondensators 41 (Elko) als Gleichspannung am Wechselrichter 33 an. Der Wechselrichter ist gemäß Fig. 10 vorteilhafterweise 5 als Transistorbrückenschaltung mit vier Transistoren T1-T4 ausgebildet, deren Brückenspannung an den Enden der Primärwicklung des Leistungsübertragers 1 anliegt.

Durch diesen Aufbau und eventueller weiterer zu jedem einzelnen 10 Transistor parallel geschalteter Transistoren ist es mittels Stromteilung möglich, trotz benötigter hoher Leistung Standardtransistoren zu verwenden.

Wie in Fig. 12a bis Fig. 12c dargestellt, kann über eine Phasenverschiebung der Durchschaltung der Diagonalzweige T1-T3, 15 T2-T4, infolge einer Amplitudenbreitenveränderung des Brückensignals, der Leistungsübertrager bei gleichbleibender Taktfrequenz spannungs- und stromabhängig gesteuert werden und so am Ausgang des Schaltnetzteils die gewünschte Spannung und den 20 gewünschten Strom liefern.

Hierzu kann die Phasenverschiebung der Durchschaltung der Diagonalzweige T1-T3 und T2-T4 von einer Ansteuerlogik 43 abhängig von einem dieser Ansteuerlogik zugeführten ausgangsseitigen Strom- oder Spannungsabgriff 47, 49 gesteuert werden. 25 Hierbei kann der Stromabgriff beispielsweise wie üblich an der Schweißelektrode erfolgen.

In Fig. 12a bis Fig. 12c sind schematisch die für unterschiedliche Belastungsfälle notwendigen Schaltverhalten der Transistoren T1-T4 dargestellt. 30

In Fig. 12a ist beispielsweise der Belastungsfall "0%" dargestellt. Wie ersichtlich, befinden sich sowohl die Signale der 35 Transistoren T1-T3, T2-T4 der Diagonalen und die Signale der

Transistoren T1-T2, T3-T4 der Vertikale im Gegentakt. Auf diese Weise liegt an der Transistorbrücke, also an dem Abgriff zwischen Transistor T1 und T2 und dem Abgriff zwischen Transistor T3 und T4 gleiches Potential, ohne dass die Vertikalen 5 T1-T2 und T3-T4 durchschalten und einen Kurzschluss verursachen.

In Fig. 12b ist dagegen der Belastungsfall "50%" dargestellt. Dies resultiert wie ersichtlich aus einer Phasenverschiebung 10 gegenüber Fig. 12a von  $-90^\circ$  (T3,T4 zu T1,T2). Wie ersichtlich, befinden sich sowohl die Signale der Transistoren T1-T3, T2-T4 der Diagonalen in 50% Überlappung und die Signale der Transistoren T1-T2, T3-T4 der Vertikale weiterhin im Gegentakt. Auf diese Weise liegt an der Transistorbrücke, also an dem Abgriff 15 zwischen Transistor T1 und T2 und dem Abgriff zwischen Transistor T3 und T4, ein Signal mit halber Amplitudenbreite an, ohne dass die Vertikalen T1-T2 und T3-T4 durchschalten und einen Kurzschluss verursachen.

20 In Fig. 12c ist dagegen der Belastungsfall "100%" dargestellt. Dies resultiert wie ersichtlich aus einer Phasenverschiebung gegenüber Fig. 12a von  $-180^\circ$  (T3,T4 zu T1,T2). Wie ersichtlich, befinden sich die Signale der Transistoren T1-T3, T2-T4 der Diagonalen in 100% Überlappung und die Signale der Transistoren T1-T2, T3-T4 der Vertikale weiterhin im Gegentakt. Auf 25 diese Weise liegt an der Transistorbrücke, also an dem Abgriff zwischen Transistor T1 und T2 und dem Abgriff zwischen Transistor T3 und T4, ein Signal mit voller Amplitudenbreite an, ohne dass die Vertikalen T1-T2 und T3-T4 durchschalten und 30 einen Kurzschluss verursachen.

Weiterhin ist zwischen den Schaltvorgängen jeweils eine Totzeit  $t_d$  einstellbar. Durch diese Totzeit  $t_d$  kann die Ansprech- und Abschaltzeit eines Transistors T1-T4 berücksichtigt werden, so dass in Durchschalten der Vertikalzweige infolge 35

überlappenden Schaltens T1 zu T2 bzw. T3 zu T4 verhindert werden kann. Weiterhin wird durch diese Totzeit gewährleistet, dass an einem Transistor T1-T4 im Zeitpunkt des Schaltens gleiches Potential anliegt. Ein ohne Totzeit  $t_d$  vorhandener Potentialunterschied am Transistor T1-T4 kann sich während der Totzeit  $t_d$  über den in einem Transistor, beispielsweise Feldefekttransistor, vorhandenen Diodenübergang ausgleichen. Auf diese Weise werden die Transistoren weniger beansprucht, was sich auf deren Lebensdauer positiv auswirkt.

Statt der dargestellten Wechselrichtung mittels Phase-Shift-Verfahren mit konstanter Frequenz, ist es selbstverständlich auch denkbar andere Wechselrichtungsverfahren mit beispielsweise variabler Hochfrequenz - um einen Arbeitspunkt von 100 kHz oder mehr - zu verwenden.

Durch die in Leistungsschaltnetzteilen in der Bolzenschweißtechnik bisher nicht bekannte hochfrequente Speisung des Leistungsübertragers 1 von 100 kHz oder mehr kann zudem nicht nur wegen geringerer Kern- und Spulenverluste der Leistungsübertrager kleiner und leichter ausgebildet werden, sondern das gesamte Leistungsschaltnetzteil bei gleichbleibender Ausgangsleistung in Gewicht und Größe optimiert werden.

Durch die verwendeten Lösungen bei der Eingangsgleichrichtung, der Wechselrichtung, der Transformierung und der Ausgangsgleichrichtung ist es zudem möglich, auf kostengünstige Standardbauelemente zurückzugreifen.

Mit einem derartigen Schaltnetzteil ist es so möglich, dass sonst sehr hohe Gewicht von Bolzenschweißschaltnetzteilen beispielsweise auf unter 20kg zu reduzieren, ohne die benötigte Ausgangsleistung von bis zu 50 kW oder mehr, vorzugsweise 60 kW, zu verringern und einen Wirkungsgrad von 0,8 bis 0,9 und darüber, beispielsweise 0,95 zu erreichen.

Es ist auch denkbar, die vorstehend beschriebenen Einzelheiten, nämlich Leistungsübertrager, Wechselrichter, Leistungsrossel, jedes für sich unabhängig voneinander in anderen Anwendungen als der beschriebenen zu verwenden bzw. an  
5 andere Anwendungen anzupassen.

So kann der Leistungsübertrager statt wie in der Bolzenschweißtechnik zum Hochtransformieren des Stromes und zum Heruntertransformieren der Spannung selbstverständlich auch in  
10 umgekehrter Richtung, also zum Hochtransformieren der Spannung und Heruntertransformieren der Stromes eingesetzt werden.

**L istungsübertrager für in Leistungsschaltu tzteil, insb -  
sondere für Bolzenschw ißg räte**

5

**Patentansprüche**

1. Leistungsübertrager für ein Leistungsschaltnetzteil, insbesondere für ein Bolzenschweißgerät, mit einem ringförmig geschlossenen Kern und einer darauf angeordneten Primär- und Sekundärwicklung,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Primärwicklung aus mindestens einem Primärpaket (7) und die Sekundärwicklung aus mindestens einem Sekundärpaket (9) bestehen,  
dass die Primärpakete (7) mindestens eine Primärlamelle und die Sekundärpakete mindestens eine Sekundärlamelle aufweisen,  
dass die Lamellen als spiralförmig in einer Ebene ausgebildete elektrische Leiter ausgebildet sind und  
dass die Primär- und Sekundärpakete (7, 9) abwechselnd aufeinander in zueinander parallelen Ebenen geschichtet sind.
2. Leistungsübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Kern ein Joch (11) aufweist, welches die Pakete (7, 9) senkrecht zu deren Ebene durchdringt und einen Innenraum im Inneren der Pakete im Wesentlichen ausfüllt.

3. Leistungsübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Joch (11) die Mittelachse des Rings bildet.  
5
4. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärpakete (7) und die Sekundärpakete (9) ringförmig ausgebildet sind.  
10
5. Leistungsübertrager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Pakete (7, 9) rechteckförmig ausgebildet sind.  
15
6. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Primär- und die Sekundärlamellen als Links- oder Rechtsspirale ausgebildet sind.  
20
7. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärpaket (7) zwei Anschlussfahnen (19f, 19g) aufweist, wobei mehrere Primärlamellen miteinander seriell verbunden sind.  
25
8. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sekundärpaket (9) drei Anschlussfahnen (21a, 21bc, 21d) aufweist, wobei mehrere Sekundärlamellen miteinander seriell verbunden sind.  
30
9. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sekundärpakete (9) über Anschlussfahnen (21a, 21d) miteinander parallel verbunden sind.  
35
10. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei übereinan-

derliegende Sekundärpakte zu einem Paar über Anschlussfahnen (21a, 21d) parallel miteinander verbunden sind.

11. Leistungsübertrager nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mittleren Anschlussfahnen (21bc) mehrerer Pakete miteinander verbunden sind.  
5
12. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Primärpakte über Anschlussfahnen (19f, 19g) miteinander in Reihe verbunden sind.  
10
13. Leistungsübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pakete (7, 9) mit Kunststoff umspritzt sind.  
15
14. Leistungsschaltnetzteil mit einem Leistungsübertrager, einem Eingangsgleichrichter (37', 37'', 37'''), einem Wechselrichter (33) und einem Ausgangsgleichrichter (30), dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungsübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.  
20
15. Leistungsschaltnetzteil nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangsgleichrichter (30) baulich am Leistungsübertrager (1) angeordnet ist.  
25
16. Leistungsschaltnetzteil nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter (33) den Leistungsübertrager (1) mit einer Frequenz von 100 kHz oder mehr taktet.  
30
17. Leistungsschaltnetzteil nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter (33) als Transistorbrücke mit vier Transistoren (T1, T2, T3, T4) ausgebildet ist.  
35

18. Leistungsschaltnetzteil nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zu jedem Transistor (T1, T2, T3, T4) wenigstens ein weiterer Transistor parallel geschaltet ist.

5

19. Leistungsschaltnetzteil nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter (33) über eine Ansteuerlogik (43) mit einer Frequenz von 100 kHz oder mehr getaktet ist.

10

20. Leistungsschaltnetzteil nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Schaltvorgängen der Diagonalzweige (T1-T3, T2-T4) des Wechselrichters (33) eine Totzeit  $t_d$  vorgesehen ist und an einem Transistor (T1, T2, T3, T4) während des Schaltens gleiches Potential anliegt.

15

21. Leistungsschaltnetzteil nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangsgleichrichter (37', 37'', 37''') eine PFC-Schaltung (39', 39'', 39''') aufweist.

20

1/6

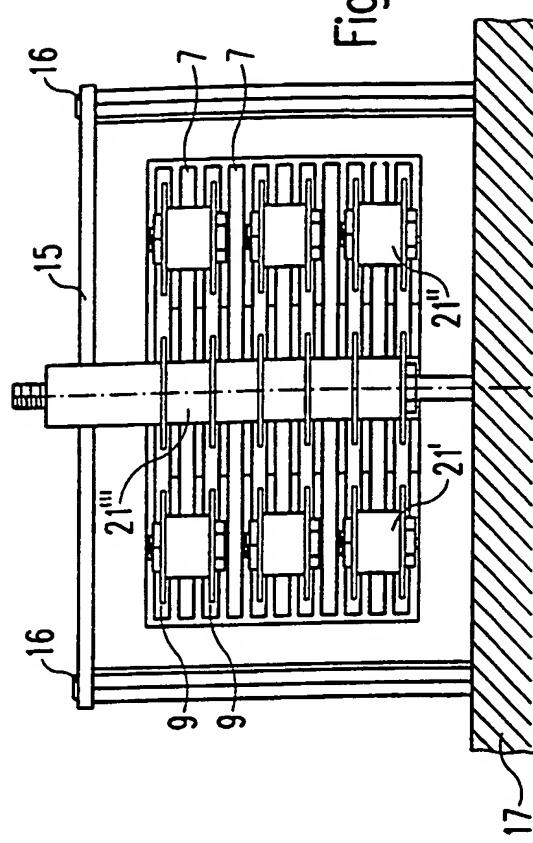


Fig. 2

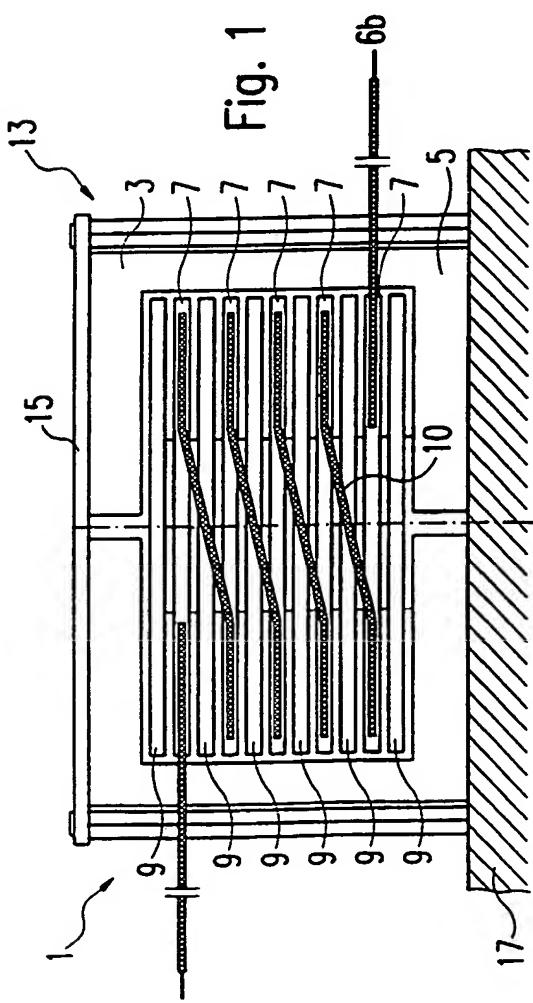


Fig. 1

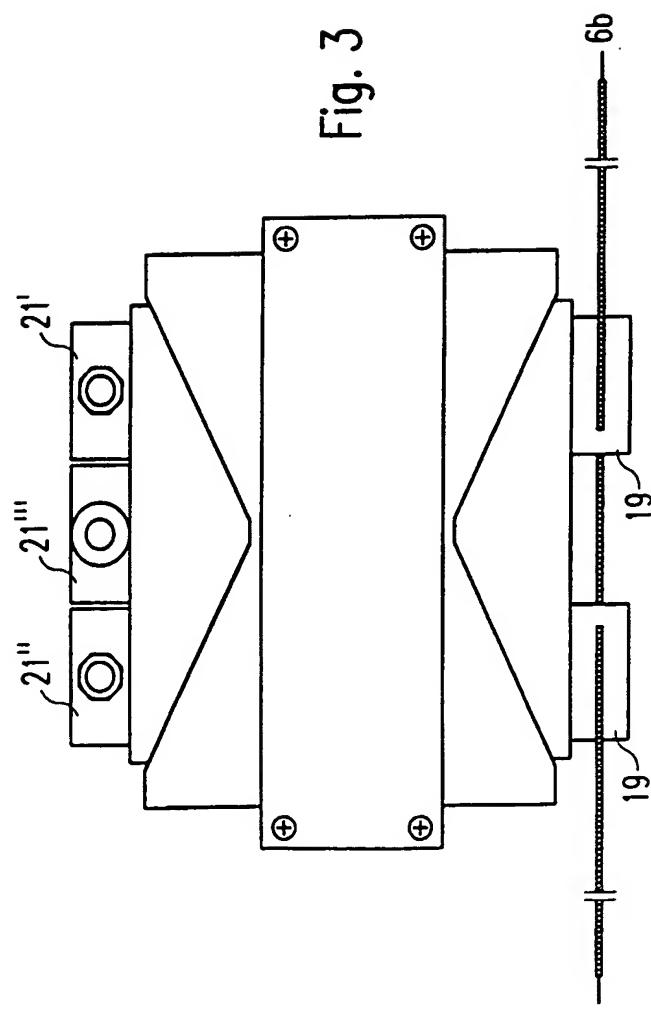


Fig. 3

Fig. 7

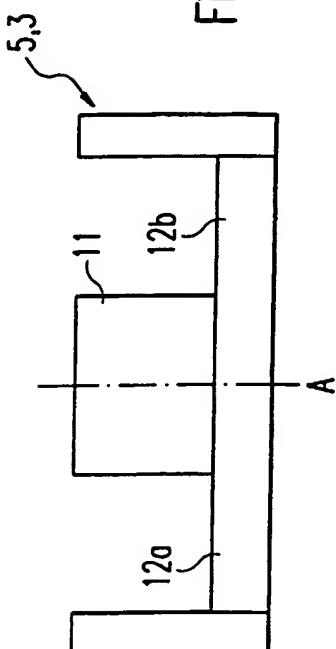


Fig. 8

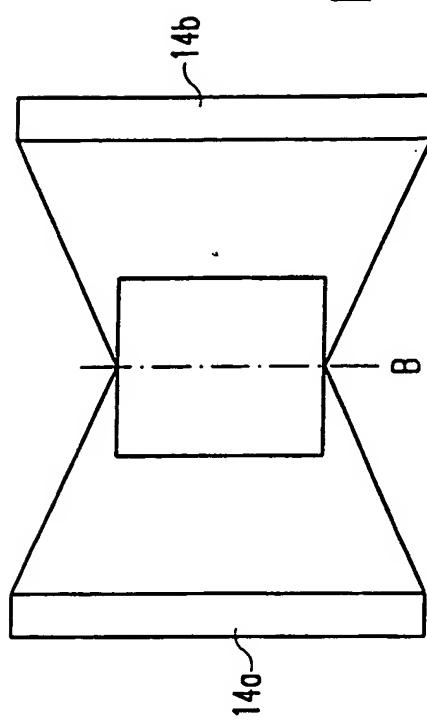


Fig. 4

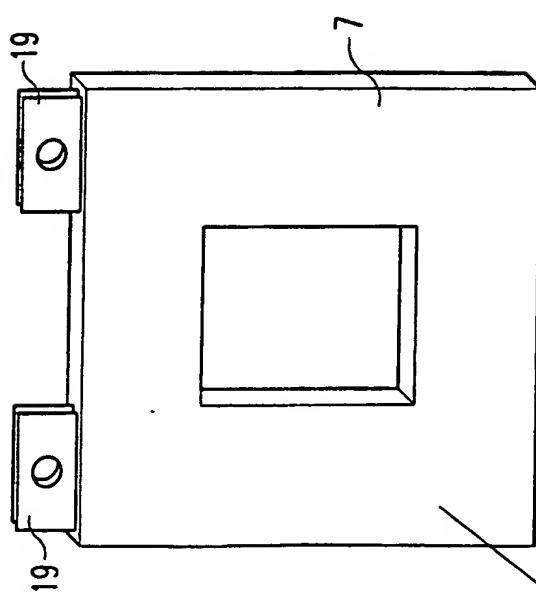


Fig. 5

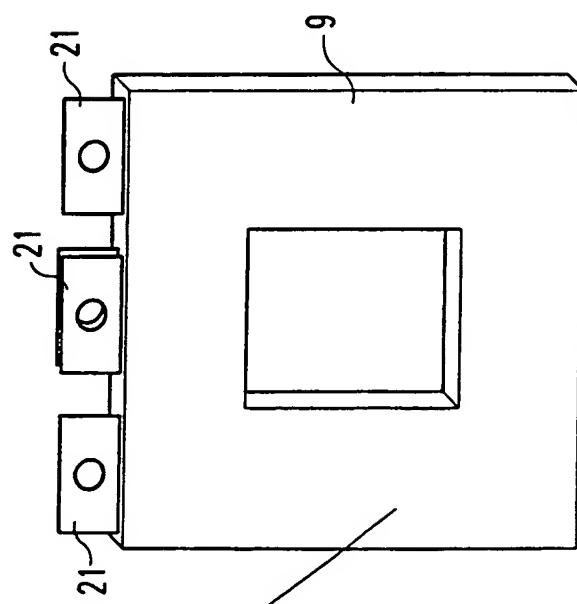


Fig. 6a

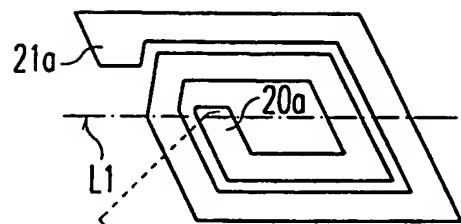


Fig. 6b

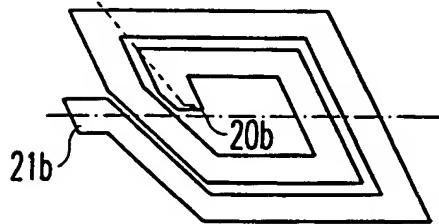


Fig. 6c

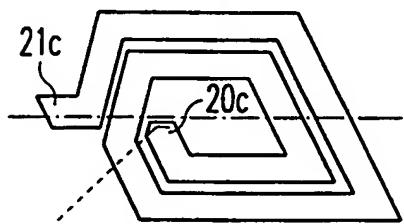


Fig. 6d

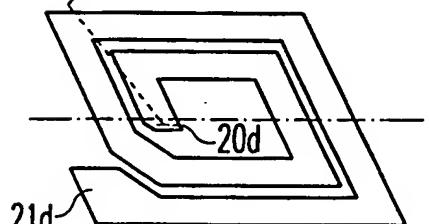


Fig. 6f

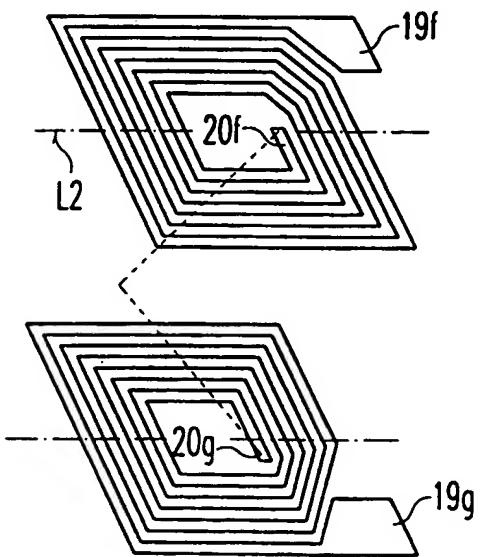


Fig. 6g

Fig. 6h

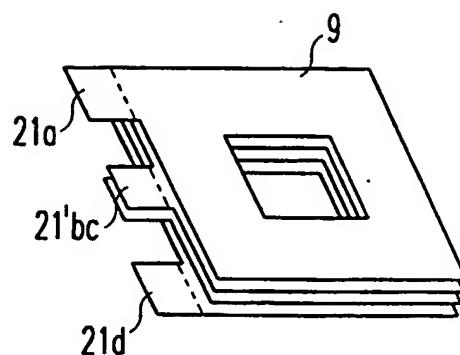
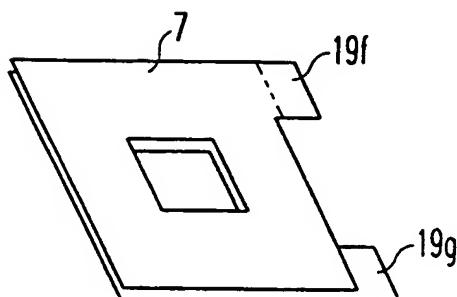


Fig. 6e



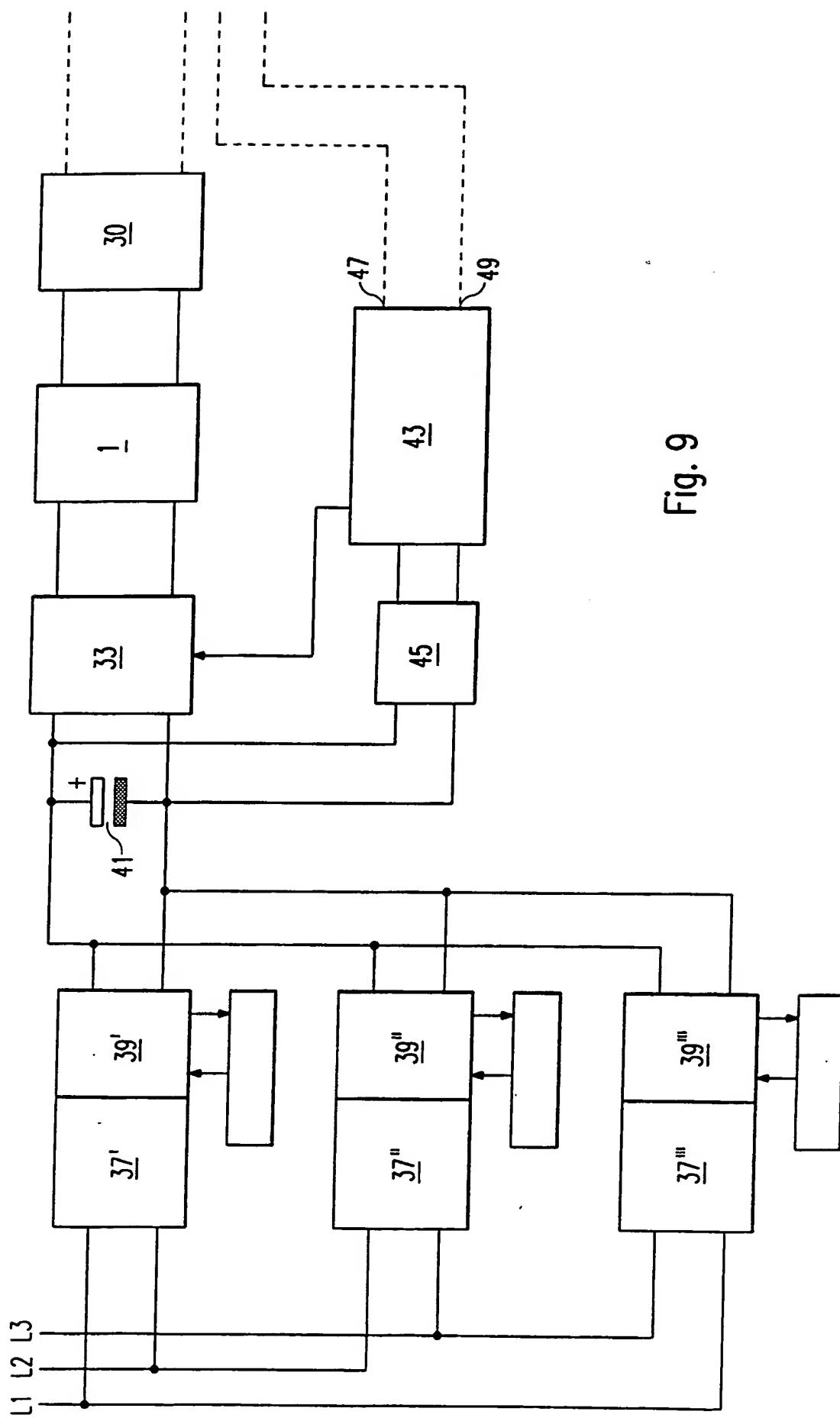


Fig. 9

Fig. 11

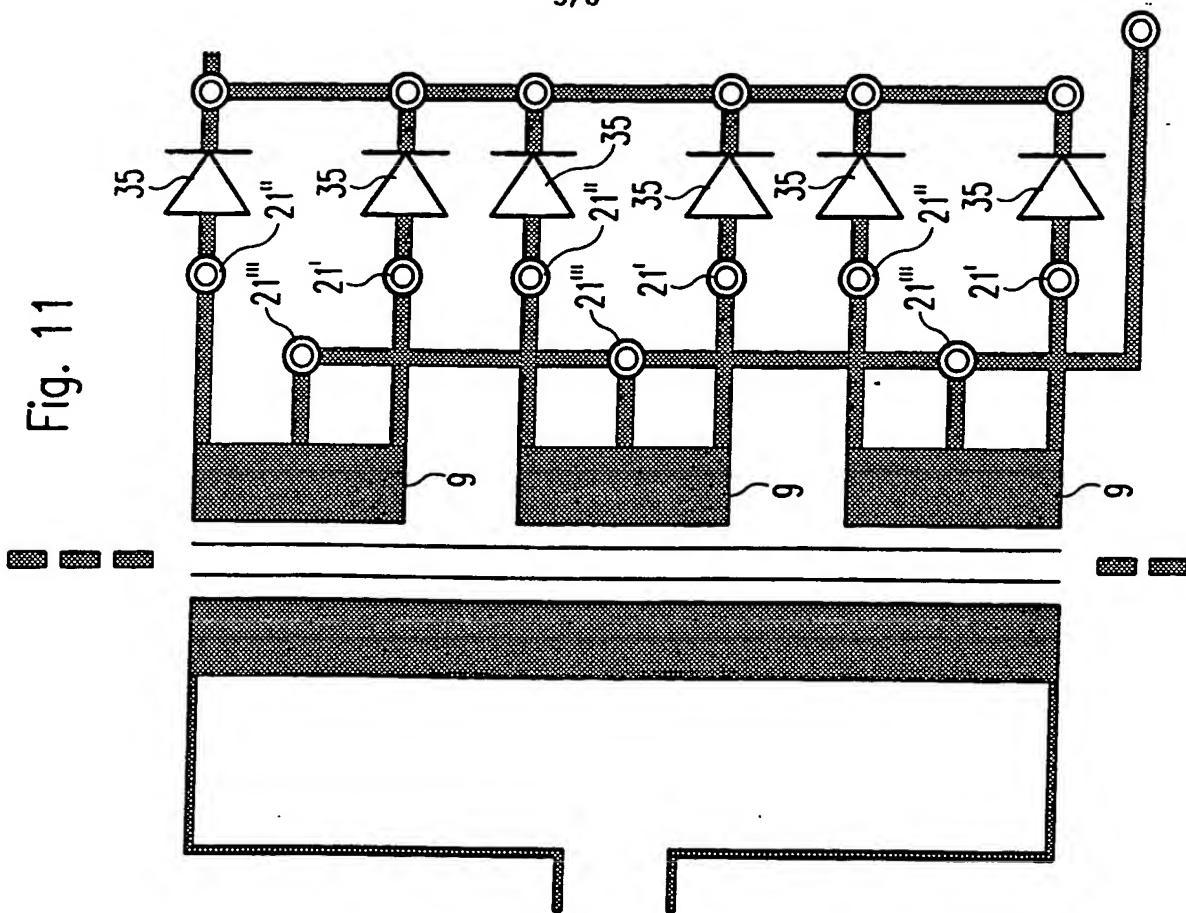
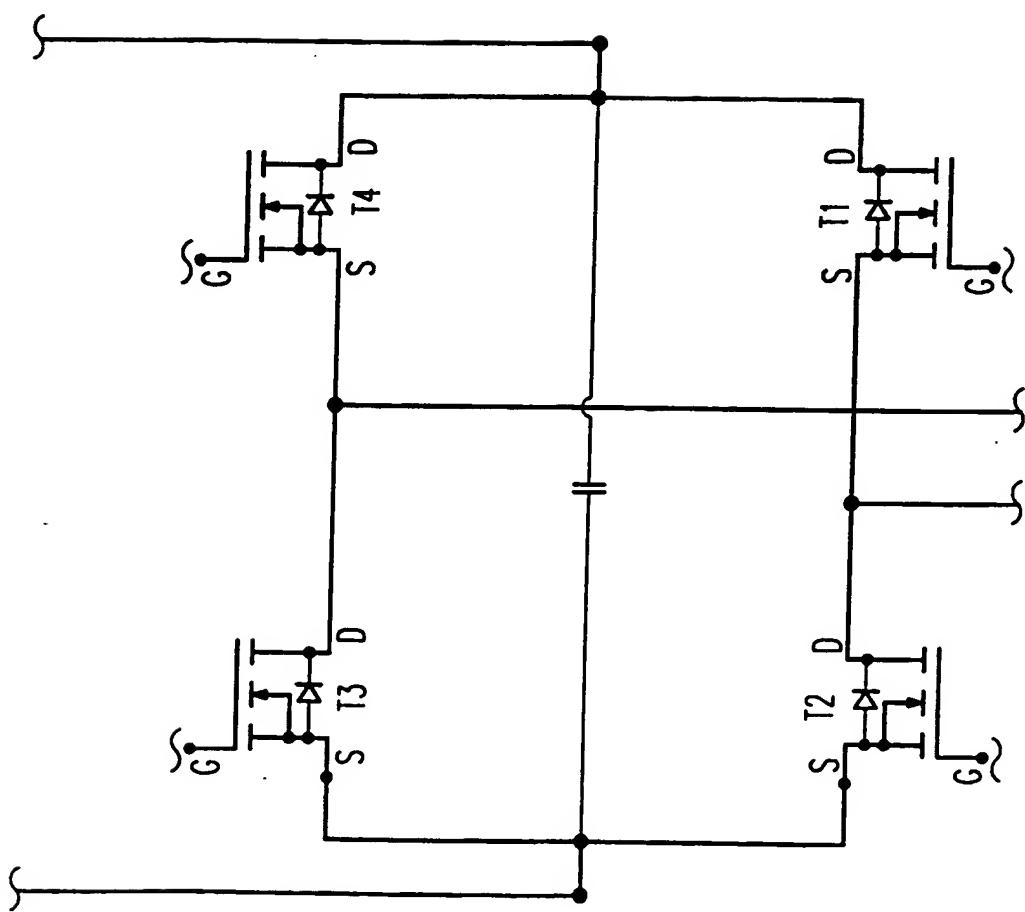


Fig. 10



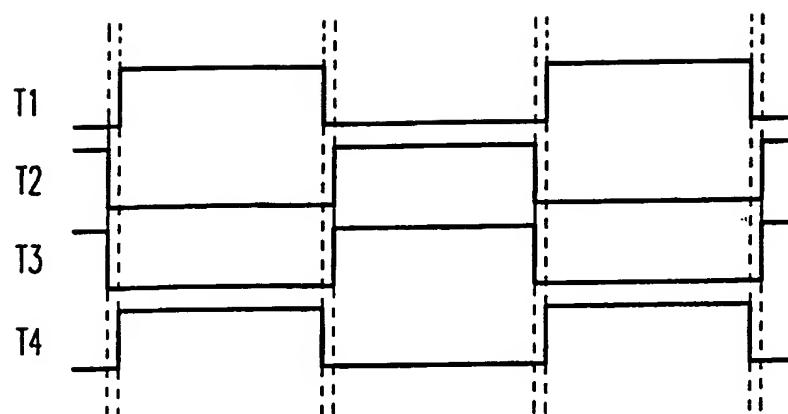


Fig. 12a

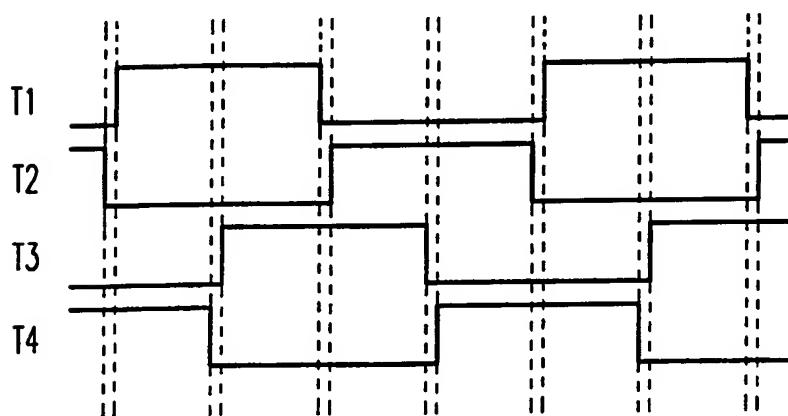


Fig. 12b

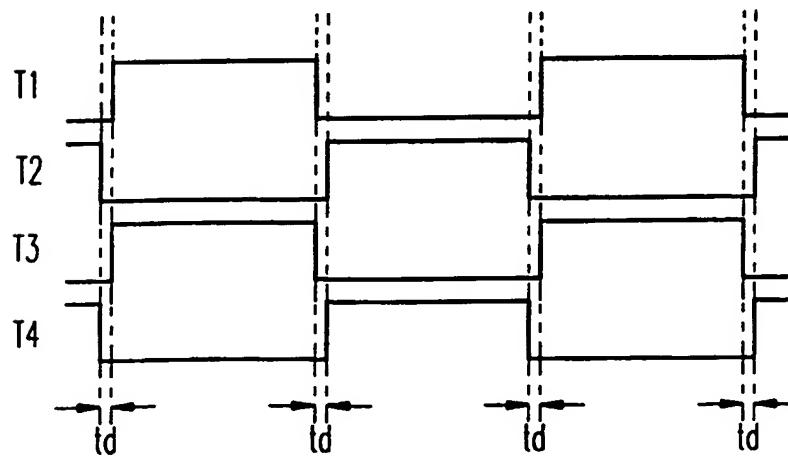


Fig. 12c

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03623

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01F27/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 598 135 A (MAEDA EIICHI ET AL) 28 January 1997 see column 3, line 51 - column 4, line 47 ---	1-3,5-8
A	EP 0 715 322 A (MTL INSTR GROUP PLC) 5 June 1996 see figure 1 ---	4
A	DE 296 11 276 U (SIEMENS) 31 July 1997 see page 5, line 31 - page 6, line 11 ---	13
A	DE 195 23 976 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP) 11 January 1996 see claims 1-7 ---	14
A	FR 2 476 898 A (MINI INFORMATIQ SYSTEM STE EUR) 28 August 1981 ---	
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

6 May 1999

Date of mailing of the International search report

12/05/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vanhulle, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 98/03623

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FESTE J - P: "DES TRANSFOS TELECOMS TROIS FOIS PLUS PETITS" ELECTRONIQUE, vol. 88, no. 57, 1 March 1996, page 10 XP000580037 -----	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03623

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5598135	A	28-01-1997	JP	5082350 A		'02-04-1993
EP 0715322	A	05-06-1996	DE	69502006 D		14-05-1998
			DE	69502006 T		23-07-1998
			GB	2295728 A, B		05-06-1996
DE 29611276	U	31-07-1997		NONE		
DE 19523976	A	11-01-1996	JP	8017658 A		19-01-1996
			JP	8045748 A		16-02-1996
			US	5659461 A		19-08-1997
FR 2476898	A	28-08-1981		NONE		

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 H01F27/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 598 135 A (MAEDA EIICHI ET AL) 28. Januar 1997 siehe Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 47 ---	1-3,5-8
A	EP 0 715 322 A (MTL INSTR GROUP PLC) 5. Juni 1996 siehe Abbildung 1 ---	4
A	DE 296 11 276 U (SIEMENS) 31. Juli 1997 siehe Seite 5, Zeile 31 - Seite 6, Zeile 11 ---	13
A	DE 195 23 976 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP) 11. Januar 1996 siehe Ansprüche 1-7 ---	14
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

6. Mai 1999

12/05/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vanhulle, R

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03623

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 476 898 A (MINI INFORMATIQ SYSTEM STE EUR) 28. August 1981 -----	
A	FESTE J - P: "DES TRANSFOS TELECOMS TROIS FOIS PLUS PETITS" ELECTRONIQUE, Bd. 88, Nr. 57, 1. März 1996, Seite 10 XP000580037 -----	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

**PCT/DE 98/03623**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5598135	A	28-01-1997	JP	5082350 A		02-04-1993
EP 0715322	A	05-06-1996	DE	69502006 D		14-05-1998
			DE	69502006 T		23-07-1998
			GB	2295728 A,B		05-06-1996
DE 29611276	U	31-07-1997		KEINE		
DE 19523976	A	11-01-1996	JP	8017658 A		19-01-1996
			JP	8045748 A		16-02-1996
			US	5659461 A		19-08-1997
FR 2476898	A	28-08-1981		KEINE		